

Identifikasi *Waste* Pada Proses Produksi *Key Set Clarinet* Dengan Pendekatan *Lean Manufacturing*

Dana Marsetya Utama¹, Shanty Kusuma Dewi², Veronika Indah Mawarti³

Abstract. *This study discusses lean manufacturing concept to identify waste in Key Set Clarinet production process at Yamaha Musical Products Indonesia, Ltd. The lean manufacturing concept is done initially by big picture mapping, waste assessment model (WAM), value stream mapping (VSM) and cause and effect diagram respectively. The results show that the dominant waste is defect (26.04%), motion (19.34%), inventory (19.22%), and waiting (13.91%).*

Keywords. *cause effect diagram, lean manufacturing, value stream mapping, waste assessment model.*

Abstrak. *Artikel ini menjelaskan pendekatan konsep manufaktur ramping untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi Key Set Clarinet di PT. Yamaha Musical Products Indonesia. Pendekatan konsep manufaktur ramping dimulai dengan melakukan big picture mapping dilanjutkan dengan waste assessment model (WAM), value stream mapping (VSM) serta diagram sebab akibat. Hasil menunjukkan bahwa waste dominan adalah cacat (26.04%), pergerakan (19.34%), persediaan (19.22%), dan menunggu (13.91%).*

Kata kunci. *diagram sebab akibat, manufaktur ramping, value stream mapping, waste assessment model.*

I. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi saat ini, persaingan dalam dunia industri menjadi semakin ketat dan kuat terutama pada perusahaan manufaktur. Oleh karena itu, suatu industri dituntut untuk selalu menjadi yang terdepan dalam persaingan industri agar tidak ditinggalkan oleh *customer*-nya. Hal ini membuat perusahaan manufaktur berlomba-lomba untuk memberikan layanan yang terbaik pada *customer*. Pada hakikatnya, perusahaan manufaktur menggunakan material yang cukup banyak dan tentunya hal ini akan mengakibatkan

perusahaan tersebut mempunyai *waste* (pemborosan) yang tidak sedikit dalam proses produksi. *Waste* pada umumnya terdiri dari tujuh jenis yaitu *overproduction* (produksi berlebihan), *waiting* (menunggu), *motion* (pergerakan), *transportation* (transportasi), *unnecessary process* (proses yang tidak perlu), *inventory* (persediaan) dan *defect* (cacat) (Hines & Rich, 1997).

Penelitian dilakukan di PT. Yamaha Musical Products Indonesia (YMPI) yang berlokasi di Bangil, Jawa Timur, adalah sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi alat musik tiup di bawah naungan Yamaha Corporation Japan. Permasalahan yang dihadapi adalah tidak tercapainya target produksi *Key Set Clarinet* yang telah ditentukan oleh pihak *Production Control*. Total permintaan produksi selama 6 bulan mencapai 25,099 *Key Set Clarinet*, sedangkan aktual produksi hanya mencapai 23,960 *Key Set Clarinet*. Jumlah aktual produksi sudah termasuk kerja lembur (*overtime*) yang dilakukan pada hari Sabtu dan/atau Minggu. Oleh karena itu, perlu dilakukan optimalisasi pada sistem produksi *Key Set Clarinet* pada lini produksi *Band Instrument Initial Process 2* untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi.

Metode yang dapat digunakan perusahaan

¹ Dana Marsetiya Utama, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang Jl. Raya Tlogomas 246 Malang, Indonesia.
(email: dana@umm.ac.id).

² Shanty Kusuma Dewi, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang Jl. Raya Tlogomas 246 Malang, Indonesia.

³ Veronika Indah Mawarti, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang Jl. Raya Tlogomas 246 Malang, Indonesia.

untuk mengatasi masalah yaitu dengan menggunakan konsep *lean manufacturing*. Secara terminologi *lean* berarti rangkaian aktivitas atau solusi untuk mengeliminasi *waste*, mereduksi operasi *non-value added* (NVA) dan meningkatkan operasi *value added* (VA) (Wee & Wu, 2009). *Lean manufacturing* didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value adding activities*) melalui peningkatan terus-menerus (*radical continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dari informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan (Gaspersz & Fontana, 2007). Sedangkan metode yang dibutuhkan untuk mengidentifikasi *waste* adalah dengan menggunakan *waste assessment model* (WAM) yang terdiri dari *seven waste relationship* (SWR), *waste relationship matrix* (WRM) dan *waste assessment questionnaire* (WAQ) (Rawabdeh, 2005). WAM mampu memberikan kontribusi untuk mencapai hasil yang akurat dalam mengidentifikasi *waste* (Mughni, 2012; Rochman, dkk., 2014). Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pendekatan konsep *lean manufacturing* yang diharapkan pada hasil akhirnya dapat mengidentifikasi *waste* yang paling dominan terhadap proses produksi, serta untuk meminimasi *waste* yang ada pada lini produksi *Band Instrument Initial Process 2 Key Set Clarinet* di YMPI guna meningkatkan nilai tambah (*value added*).

II. METODOLOGI

Proses pengidentifikasian *waste* pada proses produksi *Key Set Clarinet* di YMPI dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu: (1) *value stream mapping* dengan menggunakan *big picture mapping*, (2) WAM, dan (3) pemilihan *detail mapping* dengan *value stream analysis tools* (VALSAT).

Big picture mapping merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menggambarkan suatu sistem secara keseluruhan beserta aliran nilai (*value stream*) yang terdapat di perusahaan (Hines & Taylor, 2000). Sehingga nantinya diperoleh gambaran mengenai aliran informasi

dan aliran fisik dari sistem yang ada, mengidentifikasi dimana terjadinya *waste*, serta menggambarkan *lead time* yang dibutuhkan dari masing-masing karakteristik proses yang terjadi.

WAM dimulai dengan mengungkapkan definisi dari setiap jenis *waste*, kemudian membentuk WRM yang mengklasifikasikan kekuatan *waste relationship* dengan menggunakan skala mulai dari sangat lemah hingga sangat kuat. Selanjutnya penggunaan WAQ yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi. Hal ini memungkinkan untuk menentukan peringkat *waste* dengan menggabungkan WRM dan hasil dari WAQ (Rawabdeh, 2005).

WAQ terdapat delapan tahapan perhitungan skor *waste* untuk mencapai hasil akhir berupa peringkat dari *waste*, yaitu sebagai berikut:

- 1) Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan jenis pertanyaan.
- 2) Melakukan pembobotan untuk tiap jenis *waste* pada tiap jenis pertanyaan kuesioner berdasarkan bobot dari WRM
- 3) Menghilangkan pengaruh variasi jumlah pertanyaan untuk tiap jenis pertanyaan dengan membagi bobot setiap baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (N_i) untuk setiap pertanyaan dengan menggunakan persamaan berikut (Rawabdeh, 2005):

$$S_j = \sum_{K=1}^K \frac{W_{j,K}}{N_i} \quad \dots(1)$$

dimana:

S_j = skor *waste*

W_j = bobot hubungan dari tiap jenis *waste*

K = nomor pertanyaan (berkisar antara 1 sampai 68)

N_i = jumlah pertanyaan yang dikelompokkan

- 4) Menghitung jumlah skor (S_j) berdasarkan persamaan (1) dan frekuensi (F_j) dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol)
- 5) Memasukkan nilai dari hasil kuesioner (nilai rata-rata jawaban) ke dalam tiap bobot nilai di tabel dengan menggunakan persamaan berikut:

$$s_j = \sum_{K=1}^K X_K \times \frac{W_{j,K}}{N_i} \quad \dots(2)$$

dimana:

s_j = total untuk nilai bobot *waste*

X_K = nilai dari jawaban tiap pertanyaan kuesioner (1, 0.5, atau 0)

- 6) Menghitung jumlah skor (s_j) berdasarkan persamaan (2) dan frekuensi (f_j) untuk tiap nilai bobot pada kolom *waste*.

- 7) Menghitung indikator awal untuk tiap *waste* (Y_j) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \quad \dots(3)$$

dimana:

Y_j = faktor indikasi awal dari setiap jenis *waste*

f_j = frekuensi dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol) (frekuensi untuk s_j)

F_j = frekuensi dari munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai 0 (nol) (frekuensi untuk S_j)

- 8) Menghitung nilai *final waste factor* (Y_{jfinal}) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antara jenis *waste* (P_j) berdasarkan total "from" dan "to" pada WRM. Kemudian

memprosentasekan bentuk Y_{jfinal} yang diperoleh sehingga bisa diketahui peringkat level dari masing-masing *waste*. Y_{jfinal} dapat dihasilkan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_j = Y_j \times P_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \times P_j \quad \dots(4)$$

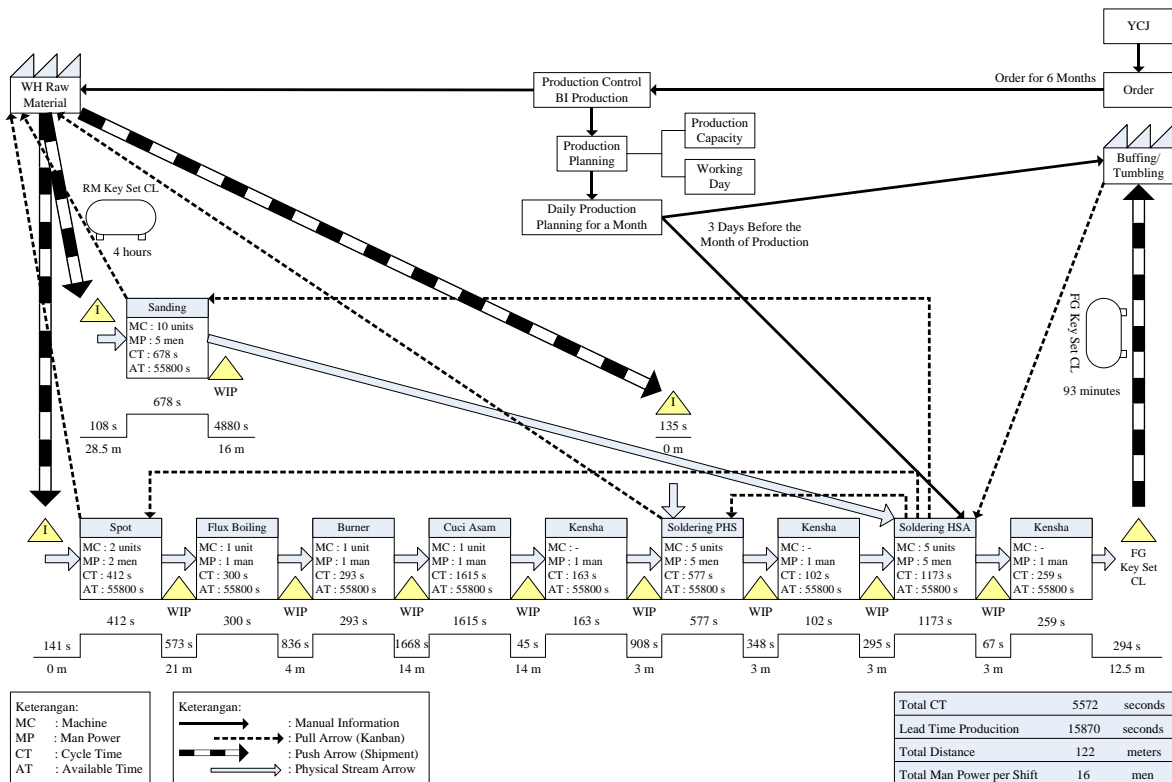
dimana:

Y_j = faktor akhir dari setiap jenis *waste*

P_j = probabilitas pengaruh antar jenis *waste*

Value stream analysis tool (VALSAT)

digunakan dalam pemilihan *detail mapping tool* berdasarkan *waste* yang telah didefinisikan sebelumnya. *Detail mapping* ini merupakan pemetaan aliran nilai secara detail yang difokuskan pada *value adding activity* sehingga dapat diidentifikasi *waste* yang terjadi serta penyebabnya. Terdapat tujuh macam *detail mapping tool*, diantaranya: (1) *process activity mapping*, (2) *supply chain matrix*, (3) *production variety funnel*, (4) *quality filter mapping*, (5) *demand amplification mapping*, (6) *decision point analysis*, dan (7) *physical structure* (Hines & Rich, 1997).



Gambar 1. *Big picture mapping* pada lini produksi Band Instrument Initial Process 2 Key Set Clarinet

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan aliran informasi dan aliran fisik pada lini produksi *Band Instrument Initial Process 2 Key Set Clarinet*, maka dapat dibuat *big picture mapping* untuk memperoleh gambaran dimana *waste* yang terjadi, serta menggambarkan *lead time* yang dibutuhkan dari masing-masing karakteristik proses yang terjadi. *Big picture mapping* untuk lini produksi *Band Instrument Initial Process 2 Key Set Clarinet* dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa dalam memproduksi dua jenis *key* sekaligus (sebagai *sample* yaitu CL 250 Key 1A dan CL 250 Key 2A) yang dilakukan oleh operator memiliki *lead time* yang sangat panjang dan *work in process* (WIP) yang cukup besar. Total *lead time* produksi sebesar 15,870 detik atau 4.4083 jam dan total jarak tempuh proses adalah 122 meter. Hal inilah yang menyebabkan terdapat penumpukan material di *store* WIP, terutama saat menjelang jam kerja di tiap *shift* akan berakhir dan juga menjadi penyebab tidak tercapainya target produksi.

Seven waste relationship

Perhitungan keterkaitan antar *waste* dilakukan secara diskusi dengan Ketua-ketua Kelompok rantai produksi *Key Set Clarinet*. Setelah tiap bobot ditotal, maka selanjutnya ditentukan tingkat keterkaitannya. Hasil dari skor dan tingkat keterkaitan antar *waste* pada proses produksi *Key Set Clarinet* dapat dilihat pada Tabel 1.

Waste relationship matrix (WRM)

Berdasarkan hasil perhitungan keterkaitan *waste* pada Tabel 1 di atas, maka dapat dibuat WRM proses produksi *Key Set Clarinet* yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan *waste matrix value* pada Tabel 3.

Tabel 1. Tabulasi keterkaitan antar *waste Key Set Clarinet*

No.	Tipe Pertanyaan	Total Skor	Tingkat Keterkaitan
1	O – I	3	U
2	O – D	7	O
3	O – M	4	U
4	O – T	3	U
5	O – W	3	U
6	I – O	2	U
7	I – D	5	O
8	I – M	5	O
9	I – T	14	E
10	D – O	8	O
11	D – I	10	I
12	D – M	18	A
13	D – T	7	O
14	D – W	17	A
15	M – I	6	O
16	M – D	13	E
17	M – W	12	I
18	M – P	14	E
19	T – O	2	U
20	T – I	2	U
21	T – D	2	U
22	T – M	10	I
23	T – W	4	U
24	P – O	4	U
25	P – I	9	I
26	P – D	10	I
27	P – M	11	I
28	P – W	12	I
29	W – O	4	U
30	W – I	13	E
31	W – D	9	I

Keterangan:

A = nilai 17 - 20 (*absolutely necessary*)

B = nilai 13 - 16 (*especially important*)

C = nilai 9 - 12 (*important*)

D = nilai 5 - 8 (*ordinary closeness*)

E = nilai 1 - 4 (*unimportant*)

Tabel 2. *Waste relationship matrix Key Set Clarinet*

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	U	O	U	U	X	U
I	U	A	O	O	E	X	X
D	O	I	A	A	O	X	A
M	X	O	E	A	X	I	E
T	U	U	U	I	A	X	U
P	U	I	I	I	X	A	I
W	U	E	I	X	X	X	A

Tabel 3. *Waste matrix value Key Set Clarinet*

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Score	%
O	10	2	4	2	2	0	2	22	10.185
I	2	10	4	4	8	0	0	28	12.963
D	4	6	10	10	4	0	10	44	20.37
M	0	4	8	10	0	6	8	36	16.667
T	2	2	2	6	10	0	2	24	11.111
P	2	6	6	6	0	10	6	36	16.667
W	2	8	6	0	0	0	10	26	12.037
Score	22	38	40	38	24	16	38	216	100
%	10.185	17.593	18.518	17.593	11.111	7.407	17.593	100	

Based on A:10, E:8, I:6, O:4, U:2, and X:0

Tabel 4. Hasil akhir perhitungan *waste assessment*

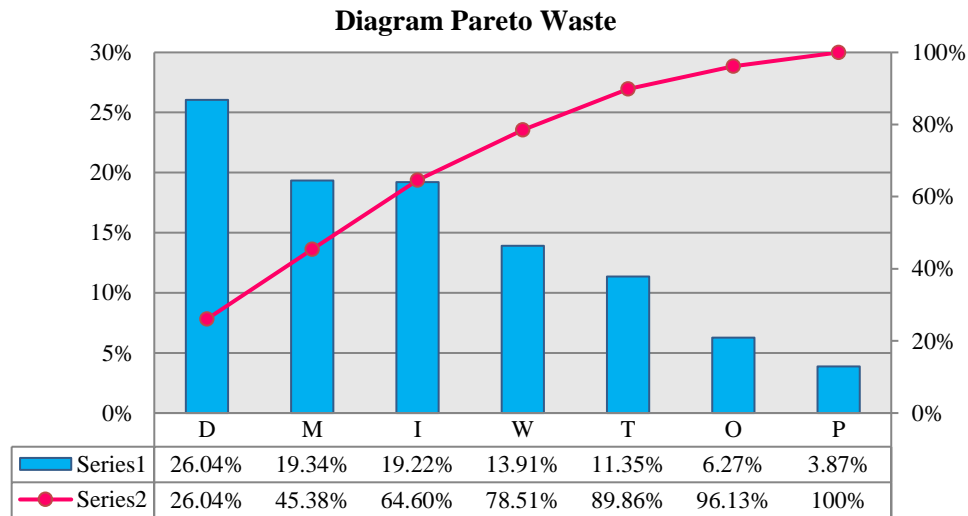
	O	I	D	M	T	P	W
Skor (Y_j)	0.05633	0.07854	0.06414	0.06149	0.08568	0.02923	0.06123
P_j Faktor	103.734	228.058	377.212	293.223	123.454	123.452	211.767
Hasil Akhir (Y_j Final)	5.84	17.91	24.27	18.03	10.58	3.61	12.97
Hasil Akhir (%)	6.27	19.22	26.04	19.34	11.35	3.87	13.91
Ranking	6	3	1	2	5	7	4

Waste assessment questionnaire (WAQ)

Nilai *waste* yang didapat dari WRM selanjutnya digunakan untuk penilaian awal WAQ berdasarkan jenis pertanyaan. Kuesioner *assessment* ini terdiri dari 68 pertanyaan. Perhitungan menggunakan Pers. (1), (2), (3), dan (4). Hasil perhitungan akhir *waste assessment* dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan tabel perhitungan di atas, maka dapat dilihat peringkat

waste pada proses produksi *Key Set Clarinet* dalam bentuk grafik pada Gambar 2.

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan oleh Diagram Pareto di atas, maka dapat diambil empat jenis *waste* tertinggi berdasarkan prinsip 80/20 yaitu 20% penyebab bertanggungjawab terhadap 80% masalah yang muncul atau sebaliknya. Mengacu pada prinsip 80/20, maka *waste* tertinggi yang diambil untuk kemudian



Gambar 2. Diagram Pareto waste

Tabel 5. Hasil pembobotan VALSAT

Waste	Weight	Mapping Tool						
		Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure
Overproduction	6.27	6.27	18.81	-	6.27	18.81	18.81	-
Inventory	19.22	57.66	172.98	57.66	-	172.98	57.66	19.22
Defect	26.04	26.04	-	-	234.36	-	-	-
Motion	19.34	174.06	19.34	-	-	-	-	-
Transportation	11.35	102.15	-	-	-	-	-	11.35
Unnecessary Processing	3.87	34.83	-	11.61	3.87	-	3.87	-
Waiting	13.91	125.19	125.19	13.91	-	41.73	41.73	-
Total		526.2	336.32	83.18	244.5	233.52	122.07	30.57

dianalisa yaitu *defect*, *motion*, *inventory*, dan *waiting*. Rekapitan hasil Kuesioner di atas dijadikan sebagai acuan dalam pembobotan *waste* dalam pemilihan *value stream analysis tools* yang akan digunakan.

Value stream analysis tools (VALSAT)

Konsep VALSAT digunakan dalam pemilihan *mapping tools* dengan cara mengalikan hasil pembobotan *waste* dengan skala yang ada pada tabel VALSAT. Hasil pembobotan dengan menggunakan VALSAT tercantum pada Tabel 5. Berdasarkan hasil yang ditunjukkan oleh Tabel 5, maka terdapat tiga *tools* dengan bobot terbesar yang sesuai dengan jenis *waste* yang terjadi yang akan digunakan, yaitu *process activity mapping* (PAM), *supply chain response matrix* (SCRM),

dan *quality filter mapping* (QFM).

Process activity mapping (PAM)

PAM digunakan untuk mengetahui proporsi dari kegiatan yang termasuk *value added* (VA), *non-value added* (NVA), dan *non-value added but necessary* (NNVA). Hasil dari PAM pada lini produksi *Band Instrument Initial Process 2 Key Set Clarinet* dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan hasil PAM di atas terdapat 129 jenis aktivitas dengan total waktu sebesar 15,870 detik atau 4.4083 jam untuk membuat dua jenis *key* yaitu CL 250 Key 1A dan CL 250 Key 2A. Detail prosentase perbandingan dari tiap jenis aktivitas pada proses produksi *Key Set* dapat dilihat pada Gambar 3.

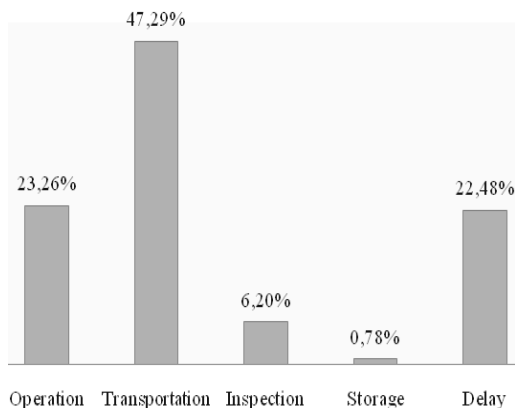
Tabel 6. Jumlah aktivitas proses produksi CL 250 Key 1A dan 2A

Aktivitas	Jumlah	Waktu (det)
Operation	30	5334
Transportation	61	898
Inspection	8	524
Storage	1	0
Delay	29	9114
Total	129	15870

Tabel 7. Perbandingan waktu transportasi tiap proses

Proses	Jumlah	Waktu (det)
<i>Sanding</i>	6	120
Spot	7	104
Flux Boiling	1	12
Burner	10	44
Cuci Asam	3	37
<i>Soldering</i>	6	185
Kensha	8	93
Total	41	595

Perbandingan Proses Tiap Aktivitas



Gambar 3. Grafik Perbandingan Prosentase Tiap Aktivitas

Gambar 3 menunjukkan bahwa aktivitas *transportation* merupakan jenis aktivitas yang paling mendominasi daripada aktivitas *operation*. Hal ini yang memicu terjadinya *waste motion* maupun *waiting* serta *lead time* yang tinggi di sepanjang aliran *supply chain* rantai produksi *Key Set Clarinet* karena tingginya jumlah aktivitas *transportation* yang mencapai dua kali lipat

jumlah aktivitas *operation*. Perbandingan lama waktu yang dibutuhkan dalam aktivitas *transportation* pada keseluruhan proses dapat dilihat pada Tabel 7.

Aktivitas *transportation* tertinggi terjadi pada proses *Soldering* dan *Sanding* dengan akumulasi waktu masing-masing adalah 185 detik dan 120 detik. Untuk perbandingan antara aktivitas VA, NVA dan NNVA dari 129 aktivitas yang ada dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Prosentase PAM CL 250 Key 1A dan 2A

Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)	Prosentase
VA	26	5048	20.155%
NVA	25	8634	19.38%
NNVA	78	2188	60.465%
Total	129	15870	100%
Value Ratio		0.2	

Berdasarkan perhitungan pada tabel 8, didapatkan hasil bahwa *value ratio* untuk proses produksi *Key Set Clarinet* seri CL 250 Key 1A dan 2A sebesar 0.2 yang menandakan bahwa terdapat pemborosan yang sangat tinggi. Sehingga 103 dari 129 aktivitas yang ada harus diminimalisir agar meningkatkan keefektifan dan keefesiensian yang dapat meningkatkan produktivitas pada lini produksi *Band Instrument Initial Process 2 Key Set Clarinet*.

Supply chain response matrix (SCRM)

SCRM digunakan untuk menggambarkan pola *inventory* dan *lead time* untuk memperkirakan jumlah *inventory* yang dibutuhkan dalam pemenuhan order dengan *lead time* yang tersedia. Penurunan *inventory* dan *lead time* merupakan penghematan *value stream* pada lini produksi.

Data yang dibutuhkan dalam pembuatan SCRM untuk mengetahui *cumulative* kedatangan *raw material* serta hasil produksi berupa WIP dan *finished good* pada lini produksi *Band Instrument Initial Process 2 Key Set Clarinet* adalah sebagai berikut: (a) data penerimaan *raw material* per hari, (b) data *input raw material* dari area penyimpanan untuk diproses per hari, (c) data *output* produksi *Key Set Clarinet* per hari, dan (d) data pengiriman produk *finished good Key Set Clarinet* per hari.

Tabel 9. Perhitungan SCRM *Band Instrument Initial Process 2 Key Set Clarinet*

No	Item	Days Physical Stock	Lead Time	Cummulative Days Physical Stock	Cummulative Lead Time
1	Stock raw material	1.046	0.24	1.046	0.24
2	Stock WIP	1.000	0.26	2.046	0.50
3	Stock finished good	1.000	0.09	3.046	0.59
TOTAL					3.636

Secara tabulasi perhitungan *inventory* dan *lead time* dapat dilihat pada Tabel 9 dengan total waktu dalam *supply chain* lini produksi *Band Instrument Initial Process 2 Key Set Clarinet* adalah 3.636 hari dengan kumulatif *inventory* sebesar 3.046 hari dan kumulatif *lead time* sebesar 0.59 hari.

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa nilai *days physical stock* pada *stock raw material* memiliki nilai tertinggi yaitu 1.046 hari dibandingkan dengan *stock WIP* dan *finished good* yang bernilai 1 hari. Hal ini menandakan bahwa pada *stock raw material* memiliki waktu penyimpanan terlalu lama karena penyimpanan *raw material* melebihi 1 hari.

Grafik perbandingan *lead time* antara *inventory raw material*, WIP, dan *finished good* dengan *takt time inventory* yang telah ditentukan pihak perusahaan, dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik perbandingan *lead time inventory* hasil observasi dengan *takt time inventory*

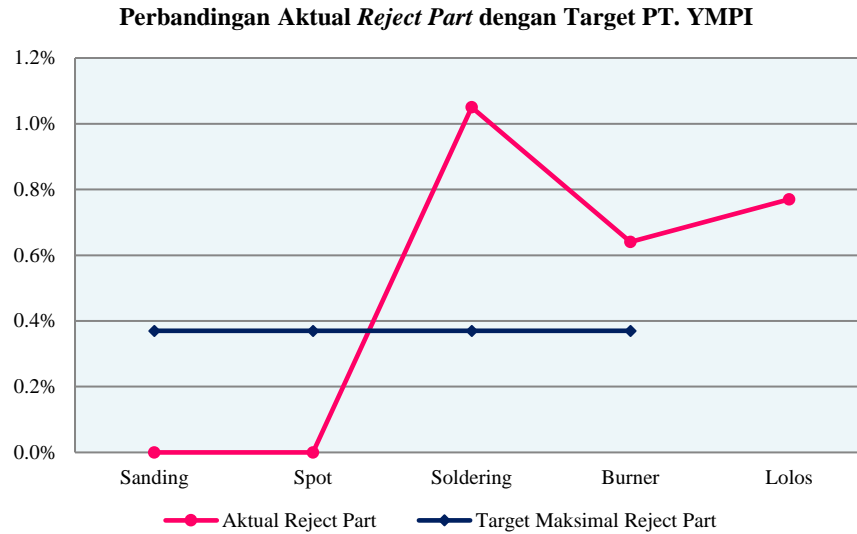
Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat bahwa terjadi ketidaksesuaian antara *lead time* hasil observasi dengan *takt time* perusahaan. Pada *stock raw material*, *lead time* berada di bawah *takt*

time yang menandakan pergerakan material lebih cepat dari waktu yang telah ditentukan. Pada *stock WIP* dan *finished good*, *lead time* berada di atas *takt time* yang menandakan pergerakan material lebih lambat dari waktu yang telah ditentukan. Hal ini dapat dikatakan bahwa pada *stock WIP* dan *stock FG* terdapat *inventory* berlebih yang seharusnya tidak melewati nilai dari *takt time*. Penyebab *waste inventory* ini dapat dilihat dari panjangnya *lead time* di tiap WIP yang tertera pada gambar *big picture mapping* yang berdampak pada jumlah *inventory* di rantai produksi. Pembengkakan *inventory* paling tinggi terjadi pada *stock WIP* dengan perbedaan nilai *lead time* sebesar 0.02 hari. Kondisi ini sangat sesuai dengan yang terjadi di lapangan yaitu dimana terjadi penumpukan WIP saat menjelang jam kerja tiap shift akan berakhir.

Quality filter mapping (QFM)

QFM digunakan sebagai *tools* untuk mengidentifikasi adanya masalah kualitas (cacat) yang terjadi sepanjang *supply chain*. Cacat yang akan digambarkan pada QFM disini yaitu cacat kualitas pada produk (*reject part*) yang ditemukan selama proses produksi. Hasil QFM terhadap lini produksi *Band Instrument Initial Process 2 Key Set Clarinet* dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan QFM dapat dikatakan bahwa proses *soldering* merupakan proses yang memiliki jumlah *reject part* terbesar dan melebihi target yang telah ditentukan oleh perusahaan yaitu 0.37%. Tidak hanya pada proses *soldering*, proses *burner* juga memiliki *reject part* yang melebihi dari target perusahaan. Masing-masing prosentase *reject part* dari proses *soldering* dan proses *burner* adalah 1.05% dan 0.64%. Nilai prosentase ini belum termasuk dari *reject part* yang lolos dari proses *kensha* (inspeksi) sebesar 0.77%. *Reject part* yang lolos hingga masuk ke proses berikutnya yaitu *buffing/ tumbling* akan



Gambar 5. Grafik perbandingan aktual *reject part* dengan target PT. YMPI

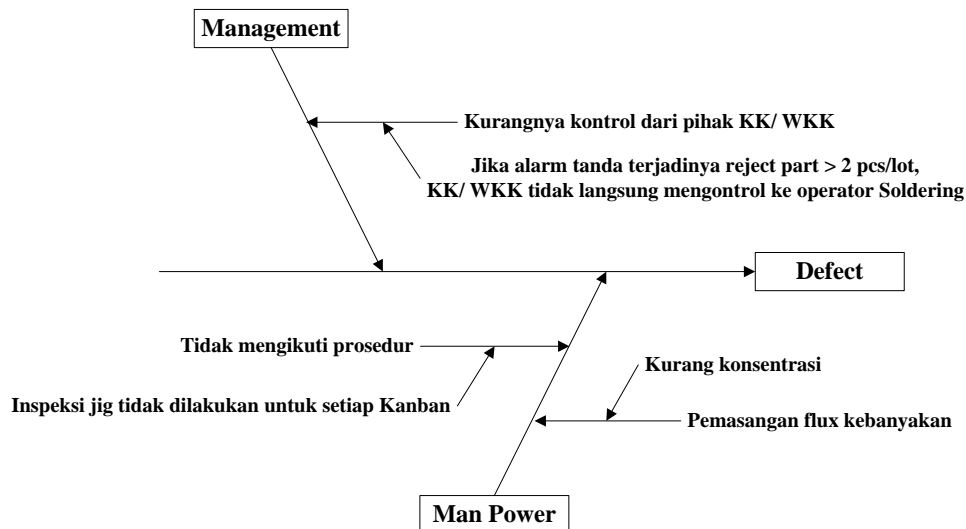
dikembalikan ke bagian *kensha*, agar diinspeksi ulang dan kemudian diperbaiki.

Cause and effect diagram

Analisa penyebab *waste* yang terjadi pada lini produksi *Band Instrument Initial Process 2 Key Set Clarinet* dilakukan dengan menggunakan *cause and effect diagram*. *Cause and effect diagram* dibuat berdasarkan hasil observasi dan diskusi dengan beberapa pihak di rantai produksi. Berikut dijabarkan mengenai analisa penyebab *waste*.

Analisa Penyebab Waste Defect

Cause and effect diagram dari *waste defect* terbesar yaitu pada proses *soldering* tersaji pada Gambar 6. Berdasarkan pada Gambar 6, penyebab utama terjadinya *waste defect* adalah dari faktor *manpower* dan *management*. Pada faktor *manpower* terdapat dua sebab, yaitu karena operator tidak konsentrasi saat melakukan proses *Soldering* yang menyebabkan pemasangan *flux* pada material menjadi kebanyakan sehingga material mengalami *reject part* berupa timah pada material terlalu banyak ataupun timah meluber. Penyebab kedua yaitu operator tidak mengikuti



Gambar 6. *Cause and effect diagram* untuk *waste defect*

prosedur standarisasi dengan melakukan inspeksi jig untuk setiap Kanban. Dalam melakukan proses *soldering* dibutuhkan konsentrasi dan ketelitian, karena proses ini memiliki tingkat kesulitan yang cukup tinggi. Oleh sebab itu jika operator tidak konsentrasi dan tidak teliti maka material yang diproses akan mengalami *reject part*.

Pada faktor *management*, disebabkan oleh kurangnya kontrol dari pihak KK/ WKK dalam mengawasi kinerja operator *soldering*. Pada saat alarm sebagai tanda peringatan dibunyikan oleh operator *kensha* yang menunjukkan terjadinya *reject part* melebihi 2 pcs/lot, pihak KK/ WKK terkadang mengabaikan alarm tersebut dan tidak segera mengontrol kinerja operator *soldering*. Hal ini mengakibatkan tingkat *reject part* tiap lot (satu Kanban) dari proses *soldering* menjadi semakin tinggi.

Analisa penyebab *waste motion* dan *waiting*

Cause and effect diagram dari *waste motion* dan *waiting* pada proses *sanding* dan *soldering* tersaji pada Gambar 7. Berdasarkan pada Gambar 7, penyebab utama terjadinya *waste motion* dan *waiting* adalah dari faktor *manpower*, *method*, *management* dan *tool*.

Pada faktor *manpower* dikarenakan operator *Sanding* berjalan terlalu santai ketika mengambil *kanban* di *kanban central Sanding*, mengambil *raw material* di rak *store raw material*, mengambil *paper* di lemari *sanding*, dan

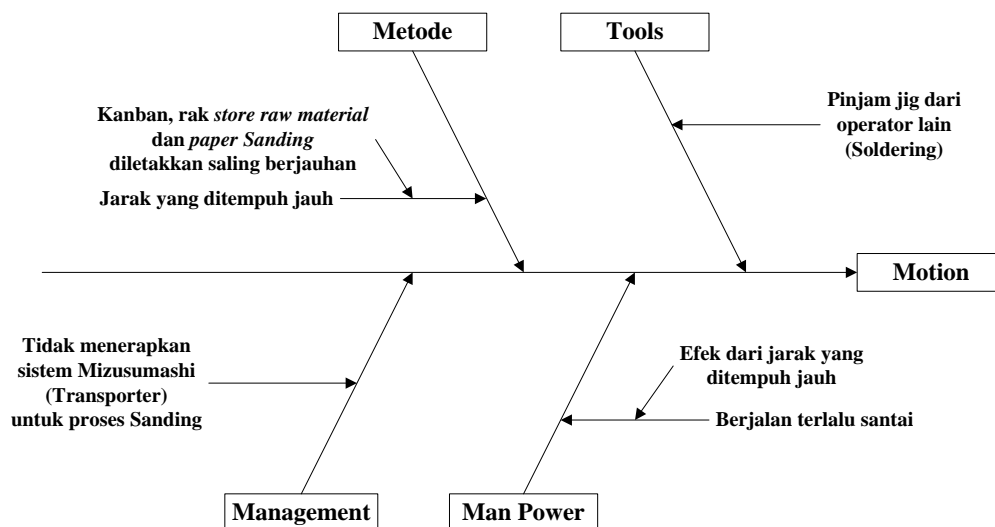
kemudian menuju mesin *sanding* yang sesuai dengan jenis material yang akan diproses. Aktivitas transportasi yang dilakukan oleh operator itu sendiri menimbulkan *motion* yang tidak memberikan nilai tambah dan berefek pada panjangnya *lead time* yang terjadi dalam proses *sanding*.

Pada faktor *method*, yaitu karena letak *kanban central*, rak *store raw material*, dan lemari yang menyimpan *paper sanding* diletakkan saling berjauhan yang menyebabkan operator *sanding* melakukan pergerakan yang sia-sia. Jarak yang ditempuh oleh operator sebelum melakukan proses *sanding* rata-rata mencapai 28,5 meter dalam sekali proses. Hal ini yang mendasari terjadinya *waste motion* yang tinggi pada proses *sanding*.

Pada faktor *management*, yaitu karena pihak manajemen tidak menggunakan *Mizusumashi* sebagai *transporter* pada area *sanding*, sehingga berdampak besar terhadap keefektifan dan keefesiensian proses produksi. Pada faktor *tool*, yaitu karena operator *soldering* meminjam jig pada operator lain ketika akan melakukan inspeksi awal terhadap material yang sedang diproses *sanding*. Hal ini menyebabkan terjadinya *waste motion* dan *waiting*.

Rekomendasi Perbaikan

Dari hasil analisa yang telah dilakukan terhadap *value stream mapping*, *process activity mapping*, *supply chain response matrix*, *quality*



Gambar 7. *Cause and effect diagram* untuk *waste motion* dan *waiting*

filtermapping, serta *cause and effect diagram*, maka akan dijadikan acuan sebagai pertimbangan mengenai rekomendasi perbaikan yang akan diberikan kepada YMPI agar dapat meminimasi waste yang terjadi pada lini produksi *Band Instrument Initial Process 2 Key Set Clarinet*. Rekomendasi perbaikan meliputi: pengarahan dari KK/ WKK kepada operator *soldering* untuk menjalankan proses produksi sesuai dengan standar operasional, penyediaan *paper* di sebelah mesin *sanding*, menggunakan *Mizusumashi* pada area *sanding*, menyediakan keranjang material lebih banyak disesuaikan dengan kebutuhan jumlah material, mengantar material yang telah diproses *spot* langsung oleh *Mizusumashi* (bukan oleh operator), merelokasi rak *store Akabako* berada diantara meja *kensha* Clarinet dan Flute, menyediakan kotak (wadah) untuk material yang telah diinspeksi lebih banyak, dan memaksimalkan fungsi *Mizusumashi* yang sebenarnya.

IV. SIMPULAN

Permasalahan yang dihadapi oleh YMPI yaitu tidak tercapainya target produksi *Key Set Clarinet* yang telah ditentukan oleh pihak *production control* disebabkan adanya waste pada lini produksi *Band Instrument Initial Process 2 Key Set Clarinet*. Hasil identifikasi waste yang telah dilakukan dengan menggunakan metode WAM menghasilkan empat jenis waste yang paling dominan yaitu *defect* (26.04%), *motion* (19.34%), *inventory* (19.22%), dan *waiting* (13.91%).

DAFTAR PUSTAKA

- Gaspersz, V.; Fontana, A. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hines, P.; Rich, N. (1997). 'The seven value stream mapping tools.' *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 17 (1), pp. 46 – 64.
- Mughni, A. (2012). *Penaksiran waste pada proses produksi sepatu dengan waste relationship matrix*. Prosiding Seminas Competitive Advantage II, Vol. 1 (2). Universitas Pesantren Tinggi Darul Ulum, Jombang. (akses online: <http://www.journal.unipdu.ac.id/index.php/seminas/article/view/202/150>)
- Rawabdeh, I.A. (2005). 'A model for the assessment of waste in job shop environments.' *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, pp. 800 – 822.
- Rochman, M.R.F.; Sugiono, S.; Efranto, R. Y. (2014). 'Penerapan lean manufacturing menggunakan WRM,

- WAQ dan VALSAT untuk mengurangi waste pada proses finishing (Studi kasus di PT. Temprina Media Grafika Nganjuk).' *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol. 2, pp. 907 – 918.
- Wee, H.; Wu, S. (2009). 'Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor Company'. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 14, pp.: 335 – 341.